

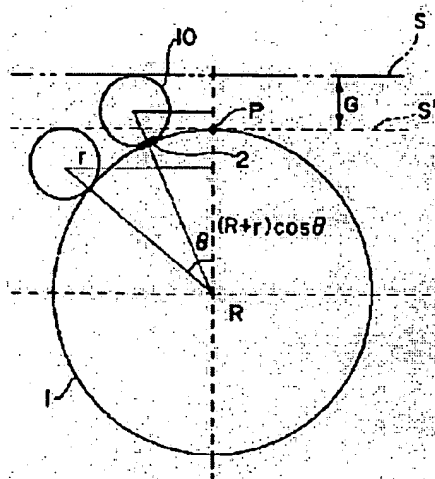
**SPHERICAL SEMICONDUCTOR DEVICE**

**Patent number:** JP2000031189  
**Publication date:** 2000-01-28  
**Inventor:** TATSUMI KOHEI; SHIMOKAWA KENJI; HASHINO HIDEJI; TAKEDA NOBUO; FUKANO ATSUSHI  
**Applicant:** NIPPON STEEL CORP.; BALL SEMICONDUCTOR KK  
**Classification:**  
- **international:** H01L21/60; H01L25/065; H01L25/07; H01L25/18  
- **europaen:**  
**Application number:** JP19980210442 19980709  
**Priority number(s):**

**Abstract of JP2000031189**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a spherical semiconductor device having improved connectivity with the outside.

**SOLUTION:** A semiconductor device consists of a spherical semiconductor element 1 with at least one electrode 2 on the surface, and a conductive spherical bump 10 is formed at the position of the electrode 2 of the spherical semiconductor element 1. The electrode 2 is arranged so that it is brought into contact with a common plane. A set of spherical bumps 10 are arranged, so that they project from the spherical semiconductor element 1 in a manner such that a specific gap G is formed between a plane S or a spherical surface that touches one set of spherical bumps 10 to be connected to the outside and the surface of the spherical semiconductor element 1. A spherical semiconductor device is connected to each kind of circuit board, other semiconductor devices, or the like via the spherical bumps 10, thus realizing easy and accurate electrical connection to the outside.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-31189

(P2000-31189A)

(43) 公開日 平成12年1月28日 (2000.1.28)

(51) Int. Cl.	識別記号	F I	キーワード (参考)
H 0 1 L	21/60	H 0 1 L 21/92	6 0 2 N
	25/065		6 0 2 H
	25/07		6 0 2 J
	25/18		6 0 2 E
H 0 1 L	23/12	25/08	B
審査請求 未請求 請求項の数14 F D (全 7 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平10-210442  
 (22) 出願日 平成10年7月9日 (1998.7.9)

(71) 出願人 000006655  
 新日本製鐵株式会社  
 東京都千代田区大手町2丁目6番3号  
 (71) 出願人 397060142  
 ボールセミコンダクター株式会社  
 千葉県流山市南流山4丁目1番地の7  
 (72) 発明者 岡 宏平  
 川崎市中原区井田3-35-1 新日本製鐵  
 株式会社技術開発本部内  
 (74) 代理人 100090273  
 弁理士 國分 孝悦

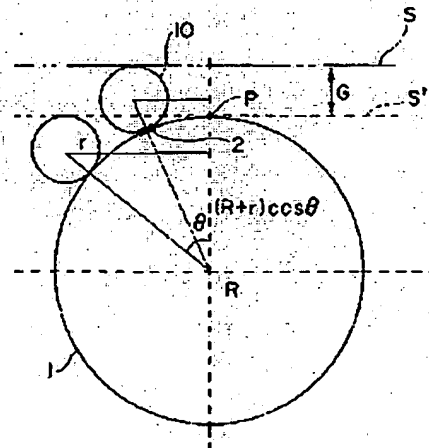
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 球状半導体装置

(57) 【要約】

【課題】 外部との接続性に優れた球状半導体装置を提供する。

【解決手段】 表面に1つ以上の電極2を有する球状半導体素子1からなる半導体装置であって、球状半導体素子1の電極2の位置に導電性の球状パンプ10を形成した。電極2は、共通平面に接触するように配列されている。外部との接続対象となる球状パンプ10の1組に接触し得る平面Sもしくは球面と球状半導体素子1の表面との間に所定の隙隙Gが形成されるように、1組の球状パンプ10を球状半導体素子1から突出配置する。球状パンプ10を介して、各種回路基板や他の半導体装置等と接続され、外部の電気的接続を容易かつ的確に行うことができる。



(2)

特開2000-31189

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 表面に1つ以上の電極を有する球状半導体素子からなる半導体装置であって、

前記球状半導体素子の電極の位置に導電性の球状パンプを形成したことを特徴とする半導体装置。

【請求項2】 前記電極は、共通平面に接触するように配列されていることを特徴とする請求項1に記載の半導体装置。

【請求項3】 外部との接続対象となる球状パンプの1組に接触し得る平面もしくは球面と球状半導体素子の表面との間隙が、0または所定の間隙となるように前記1組の球状パンプを球状半導体素子から突出配置したことを特徴とする請求項2に記載の半導体装置。

【請求項4】 素子表面の電極に融点が550℃以上の高融点金属からなる球状パンプが形成されたことを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の半導体装置。

【請求項5】 前記電極はアルミニウムまたは銅、あるいはそれらのうちの1つ以上の成分を含む合金からなり、前記球状パンプは金、白金、パラジウム、銀、銅、アルミニウムまたはニッケル、あるいはそれらのうちの1つ以上の成分を含む合金からなることを特徴とする請求項4に記載の半導体装置。

【請求項6】 素子表面の電極に融点が450℃以下の低融点金属からなる球状パンプが形成されたことを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の半導体装置。

【請求項7】 前記電極はアルミニウムまたは銅、あるいはそれらのうちの1つ以上の成分を含む合金からなり、前記球状パンプは鉛、錫、インジウム、ヒスマスまたは亜鉛、あるいはそれらのうちの1つ以上の成分を含む合金、もしくは金-シリコン合金または金-銅合金または銀-銅合金を主成分とする合金からなることを特徴とする請求項6に記載の半導体装置。

【請求項8】 前記電極上にチタン、タングステン、チタンタングステン、ニッケル、クロム、金、パラジウム、銅および白金のなかから選ばれた1または2種以上の金属が順次積層して形成されたことを特徴とする請求項6または7に記載の半導体装置。

【請求項9】 請求項1～8のいずれか1項記載の半導体装置において、

素子表面の電極がその球状パンプを介して、セラミックス基板、フィルムキャリア、シリコン基板、プリント回路基板、リードフレーム、半導体チップまたは球状半導体素子それぞれの電極と接続されることを特徴とする半導体装置。

【請求項10】 請求項9に記載の半導体装置において、

素子表面の電極に高融点パンプが形成され、そのパンプがセラミックス基板、フィルムキャリア、シリコン基

2

板、プリント回路基板、リードフレーム、半導体チップまたは球状半導体素子それぞれの電極と、低融点金属を介して接続されており、高融点金属と低融点金属の融点の差が50℃以上であることを特徴とする半導体装置。

【請求項11】 封止材料で封止されたことを特徴とする請求項1～10のいずれか1項に記載の半導体装置。

【請求項12】 素子表面の電極が台形または五角形以上の多角形または円形の形状を有することを特徴とする請求項1～11のいずれか1項に記載の半導体装置。

【請求項13】 素子表面の電極が、球状半導体素子の直径の3%以上の長さを直径とする円と同等の面積を有することを特徴とする請求項1～12のいずれか1項に記載の半導体装置。

【請求項14】 高融点金属の球状パンプの表面が低融点金属で被覆されていることを特徴とする請求項1～13のいずれか1項に記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体装置、特に表面に1つ以上の電極を有する球状半導体素子からなる球状半導体装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、シリコンウェハ上に集積回路を形成する、これまでの半導体デバイスの代わりに球状シリコンの表面に回路が形成されてなる球状半導体素子が開発されている。この球状半導体素子はその表面に1つ以上の電極を有し、種々の機能を有する球状半導体素子を組み合わせることで、多様な機能を持つ半導体装置を実現することができる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、かかる球状半導体素子はそれ自体では機能することができず、つまり外部回路等と電気信号をやり取りするために外部と電気的に接続する入出力手段が必要である。このように球状半導体素子自体は優れた機能を持ちながらも、従来では特にその実装レベルで有効な手段がないのが実情であった。

【0004】本発明はかかる実情に鑑み、外部との接続性に優れた球状半導体装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の半導体装置は、表面に1つ以上の電極を有する球状半導体素子からなる半導体装置であって、前記球状半導体素子の電極の位置に導電性の球状パンプを形成したことを特徴とする。

【0006】また、本発明の半導体装置において、前記電極は、共通平面に接触するように配列されていることを特徴とする。また、本発明の半導体装置において、外部との接続対象となる球状パンプの1組に接触し得る平面もしくは球面と球状半導体素子の表面との間隙が、0

(3)

特開2000-31189-

3

または所定の間隙となるように前記1組の球状バンブを球状半導体素子から突出配置したことを特徴とする。

【0007】また、本発明の半導体装置において、素子表面の電極に融点が550℃以上の高融点金属からなる球状バンブが形成されたことを特徴とする。また、本発明の半導体装置において、前記電極はアルミニウムまたは銅、あるいはそれらのうちの1つ以上の成分を含む合金からなり、前記球状バンブは金、白金、パラジウム、銀、銅、アルミニウムまたはニッケル、あるいはそれらのうちの1つ以上の成分を含む合金からなることを特徴とする。

【0008】また、本発明の半導体装置において、素子表面の電極に融点が450℃以下の低融点金属からなる球状バンブが形成されたことを特徴とする。また、本発明の半導体装置において、前記電極はアルミニウムまたは銅、あるいはそれらのうちの1つ以上の成分を含む合金からなり、前記球状バンブは鉛、錫、インジウム、ヒスまたは亜鉛、あるいはそれらのうちの1つ以上の成分を含む合金、もしくは金-シリコン合金または金-銅合金または銀-銅合金を主成分とする合金からなることを特徴とする。

【0009】また、本発明の半導体装置において、前記電極上にチタン、タングステン、チタタングステン、ニッケル、クロム、金、パラジウム、銅および白金のなかから選ばれた1または2種以上の金属が順次積層して形成されたことを特徴とする。

【0010】また、本発明の半導体装置において、素子表面の電極がその球状バンブを介して、セラミックス基板、フィルムキャリア、シリコン基板、プリント回路基板、リードフレーム、半導体チップまたは球状半導体素子それぞれの電極と接続されることを特徴とする。

【0011】また、本発明の半導体装置において、素子表面の電極に高融点バンブが形成され、そのバンブがセラミックス基板、フィルムキャリア、シリコン基板、プリント回路基板、リードフレーム、半導体チップまたは球状半導体素子それぞれの電極と、低融点金属を介して接続されており、高融点金属と低融点金属の融点の差が50℃以上であることを特徴とする。

【0012】また、本発明の半導体装置において、封止材料で封止されたことを特徴とする。また、本発明の半導体装置において、素子表面の電極が台形または五角形以上の多角形または円形の形状を有することを特徴とする。また、本発明の半導体装置において、素子表面の電極が、球状半導体素子の直径の3%以上の長さを直径とする円と同等の面積を有することを特徴とする。

【0013】また、本発明の半導体装置において、高融点金属の球状バンブの表面が低融点金属で被覆されていることを特徴とする。

【0014】本発明によれば、球状半導体素子の電極の位置に導電性の球状バンブを形成したことで、この球状

4

バンブを介して外部の電気的接続を容易かつ的確に行うことができる。

【0015】この場合、特に外部との接続対象となる球状バンブの1組に接触し得る平面もしくは球面と球状半導体素子の表面との間に所定の間隙が形成されるように、前記1組の球状バンブが球状半導体素子から突出配置される。このように球状バンブを球状半導体素子から突出することにより、極めて優れたバンブの接合性を確保することができる。溶融接合される場合は、所定の間隙はよりもしくはそれ以上あれば、溶融時のバンブの濡れ効果により接合することができる。

【0016】また、高融点金属の球状バンブの表面が低融点金属で被覆されている、そして高融点金属と低融点金属の融点の差が50℃以上、好ましくは100℃以上とすることで、接合時にコアを固体のままの状態で表面部を溶融させる接合が可能になる。したがって、接合箇所をつわに一定の間隔以上、すなわちコア金属の径以上に間隔を保つことができる。

【0017】なお、球状バンブはラグビーボール状、一部接合部等が不均一に変形していてもよい。また球状バンブが突出するためには、2個以上のバンブが積層されて接合されるものであってもよい。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づき本発明による半導体装置の好適な実施形態を説明する。図1は、本発明による半導体装置の一実施形態を示している。この例ではたとえば図示のように、球状半導体素子1の電極の位置に導電性の球状バンブ10が形成されている。

【0019】ここで、球状半導体素子1は球状のシリコン結晶材料を用い、複数の製造工程を経て球状結晶材料の表面に所望の回路を形成することでつくられる。この製造工程としては主に、結晶材料の洗浄工程、酸化膜形成工程、フォトリソist膜形成工程、球面露光によるフォトリソグラフィ工程、パターン現像工程、エッチング工程等を含んでいる。これらの工程により形成された回路には、外部との電気的接続を行うための電極が設けられる。すなわち複数の電極が球状半導体素子1の球面に沿って列設される。

【0020】たとえば、図1の例のように球状半導体素子1の表面の円周に沿って、外部との接続対象となる1組の球状バンブ10が形成されている。球状バンブ10は、導電性の金属ボールを球状半導体素子1の電極部に転写したものである。これら1組の球状バンブ10は、共通の接触平面（球面であってもよい）Sを有する。この接触平面Sと球状半導体素子1の表面との間に所定の間隙が形成されるように、1組の球状バンブ10を球状半導体素子1から突出配置してある。

【0021】図2は、球状バンブ10の配列例を模式的に示している。接触平面Sに接する1組の球状バンブ10の各々は、球状半導体素子1の表面に形成されている

(4)

特開2000-31189

5

電極2に接合する。図から明らかなように接触平面Sと球状半導体素子1の表面(頂点Pとする)間には間隙Gが形成される。この間隙Gを形成するように球状パンプ10を球状半導体素子1から突出させて配置すること、球状パンプ10をたとえば接合対象に加圧して接合する際、球状パンプ10の有効な加圧変形しを確保し、適正なパンプ接合を保證する。なお、接触平面Sと球状半導体素子1の表面との間隙がない、すなわちG=0の場合にもパンプ接合は可能である。

【0022】図2の図示例において、頂点Pを通る接触平面S'とした場合には球状半導体素子1の表面との間に間隙がなくなり、このような状態では適正なパンプ接合が難しくなる。したがって、球状パンプ10の配列位置は、下記式を満足することが好ましい。

$$R - r \leq (r + R) \cos \theta \quad (0 \leq \theta \leq 2\pi)$$

上式において、Rは球状半導体素子の半径、rは球状パンプの半径、また $\theta$ は球状半導体素子と球状パンプの中心を結ぶ線と頂点Pを通る直径とのなす角度である。球状パンプの大きさrと球状パンプの位置 $\theta$ との関係は、素子表面の電極の大きさとその間隙、ならびに必要な電極数により設計される。

【0023】球状パンプ10は、熱圧着により球状半導体素子1の電極2に形成することができる。この場合、球状パンプ10は融点が高ましくは550℃以上、最も好ましくは600℃以上の高融点金属材料により形成される。特に、電極2はアルミニウムまたは銅、あるいはそれらのうちの1つ以上の成分を含む合金からなり、その場合球状パンプ10は金、白金、パラジウム、銀、銅、アルミニウムまたはニッケル、あるいはそれらのうちの1つ以上の成分を含む合金からなる。

【0024】なお、球状パンプ10はラグビーボール状、一部接合部等が不均一に変形していてもよい。また球状パンプ10が接触平面Sから突出するためには、2個以上のパンプが所謂、「団子状」または「数珠つなぎ状」に積層されて接合されるものであってもよい。

【0025】あるいはまた、球状パンプ10は、溶着により球状半導体素子1の電極2に形成することができる。この場合、球状パンプ10は融点が高ましくは450℃以下、最も好ましくは400℃以下の低融点金属材料により形成される。特に、電極2はアルミニウムまたは銅、あるいはそれらのうちの1つ以上の成分を含む合金からなり、その場合球状パンプ10は鉛、錫、インジウム、ビスマスまたは亜鉛、あるいはそれらのうちの1つ以上の成分を含む合金、もしくは金-シリコン合金または金-銅合金または銀-銅合金を主成分とする合金からなる。

【0026】上記の場合、電極2上にチタン、タングステン、チタンタングステン、ニッケル、クロム、金、パラジウム、銅および白金のなかから選ばれた1または2個以上の金属が順次積層して形成されることが好まし

5

い。アルミニウムまたはその合金からなる電極2は、半田等の低融点金属とは濡れ性が悪く、したがって濡れ性確保、拡散防止あるいは酸化防止等を図るために下地となる金属を積層しておくというものである。

【0027】本発明の半導体装置を実装する際、上記のように形成される球状パンプ10を介して外部回路等に接続される。電極2はたとえば、セラミックス基板、フィルムキャリア、シリコン基板、プリント回路基板、リードフレーム、半導体チップまたは球状半導体素子それぞれの電極と接続される。なお、複数の球状半導体素子が接続されてから、それらを基板等に接続するようにしてもよい。

【0028】図3は、球状半導体素子1を用いたBGA(ボールグリッドアレイ)パッケージの例を示している。図において、球状半導体素子1の各電極2はそれに形成された球状パンプ10を介して、プリント回路基板20と接続される。球状半導体素子1が接続されたプリント回路基板20はさらに、各極の電子機器等と接続され、これらの電子機器等との間で電気信号のやり取りを行うことができる。なお、1つのBGAパッケージ内に複数の球状半導体素子1が搭載されるものであってもよい。

【0029】ここで、この例の場合をはじめ本発明の半導体装置を実装するにあたって、図3に示すように球状半導体素子1を封止材料3で封止するとよい。なお、この封止材料3としては、樹脂あるいは樹脂とフィラーを含むモールドコンパウンド等の絶縁材料で封止するのが好ましい。このように封止することで、球状半導体素子1の回路面の保護を図り、あるいは球状半導体素子1とプリント回路基板20等の熱膨張係数の差に起因する熱歪みを有効に抑制することができる。

【0030】図4(A)に示すように複数の球状半導体素子1が、各電極2に形成された複数の球状パンプ10を介して相互に接続され、このように接続したものがプリント回路基板20に実装されるものであってもよい。さらに、このような場合、図4(B)に示すように複数の球状半導体素子1全体を封止材料3で封止するとよい。

【0031】また、図5は、球状半導体素子1を用いたQFP(クワッドフラットパッケージ)の例を示している。図において、球状半導体素子1の各電極2はそれに形成された球状パンプ10を介して、リードフレーム21と接続される。この場合にも球状半導体素子1を封止材料3で封止するとよい。なお、半導体装置は、複数の球状半導体素子1がリードフレーム基板上に接続されるものであってもよい。

【0032】本発明の半導体装置の実装例として、さらに図6に示すように特にこの例ではメモリ用の球状半導体素子1の各電極2は球状パンプ10を介して、半導体チップ22と接続される。

50

(5)

特開2000-31189

7

3

【0033】あるいは、図7(A)に示したように球状半導体素子1相互を球状パンプ10を介して接続することができる。また、図7(B)のように、それぞれ予め球状パンプ10が接合された球状半導体素子1相互が接続される。この場合、図7(C)に示されるように球状パンプ10は加圧後、変形していてもよい。

【0034】また、図8(A)に示したように、たとえばプリント回路基板20等の接合面に対して、大小大きさの異なる複数種類の球状パンプ10a、10bを介して、球状半導体素子1を接続することができる。この場合、図8(B)に示すように2種類の球状パンプ10a、10bを球状半導体素子1の表面に同心円状に配置する。なお、この例では図8(C)に示されるように外側の球状パンプ10aとして2個以上を重ねて積層したものをを用いることができる。

【0035】幾つかの典型的な実施例とともに本発明の半導体装置の構成例を説明したが、上記のように球状半導体素子1の電極2の位置に導電性の球状パンプ10を形成したことで、この球状パンプ10を介して外部の電気的接続を容易かつ的確に行うことができる。

【0036】ところで、上述した本発明の半導体装置において、球状半導体素子1の電極2はたとえば、図9のように電気的接続の組となる電極2の中心から外側に長辺が設定されるように台形もしくは扇形の形状が好ましい。このように長辺を外側に位置させることで、接合後に外部応力に対して耐衝撃性を増すことができる。また、五角形以上の多角形または円形の形状（平面形状）にするとよい。つまりこのような形状にすることで、球状パンプ10を接続対象に加圧して接合する際、電極2と球状パンプ10の間に生じる負荷荷重を均等に分散させて応力集中を避けることができる。したがって、パンプ接合時の歪み等の発生をなくして、適正なパンプ接合を保證することができる。

【0037】また、球状半導体素子1の電極2の大きさ等について、球状半導体素子1の直径の3%以上の長さを直径とする円と同等の面積を有することが好ましい。電極2の面積をこのように設定することにより、半導体装置の実装等で実用に供する場合、パンプ接合時の加圧荷重に耐え得るだけの接合強度を確保することができる。したがって、この点でも適正かつ良好なパンプ接合を保證する。

【0038】なお、上記実施形態において球状半導体素子1の電極2に600℃以上の高融点パンプが形成さ

れ、そのパンプがセラミックス基板、フィルムキャリア、シリコン基板、プリント回路基板、リードフレーム、半導体チップまたは球状半導体素子それぞれの電極と、400℃以下の低融点金属を介して接続されるようにしてもよい。あるいはまた、接続される側の電極に予め高融点金属のパンプを形成しておき、高融点金属間を低融点金属を介して接続するようにしてもよい。

【0039】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、球状半導体素子の電極の位置に導電性の球状パンプを形成したことで、この球状パンプを介して外部の電気的接続を容易かつ的確に行うことができる。この場合、球状パンプを球状半導体素子から突出することにより、極めて優れたパンプの接合性を確保することができ、この種の球状半導体素子からなる半導体装置を実装等において高い信頼を確保することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の半導体装置の一実施形態を示す斜視図である。

【図2】本発明の半導体装置における球状パンプの配列例を模式的に示す図である。

【図3】本発明の半導体装置の実装例を示す図である。

【図4】本発明の半導体装置の別の実装例を示す図である。

【図5】本発明の半導体装置のさらに別の実施例を示す図である。

【図6】本発明の半導体装置のさらに別の実施例を示す図である。

【図7】本発明の半導体装置のさらに別の実施例を示す図である。

【図8】本発明の半導体装置のさらに別の実施例を示す図である。

【図9】本発明の半導体装置における電極の例を示す図である。

【符号の説明】

1 球状半導体素子

2 電極

3 封止材料

10 球状パンプ

20 プリント回路基板

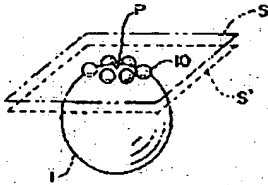
21 リードフレーム

22 半導体チップ

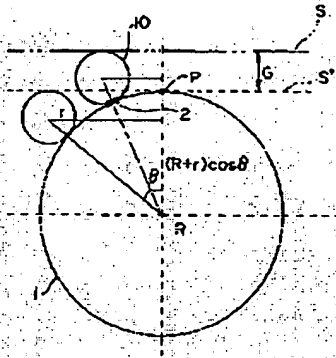
(5)

特開2000-31189

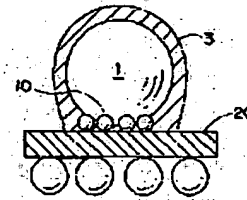
【図1】



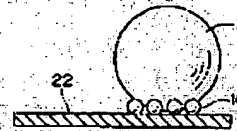
【図2】



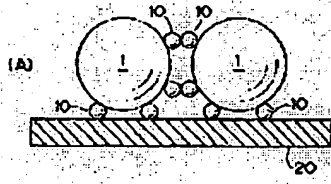
【図3】



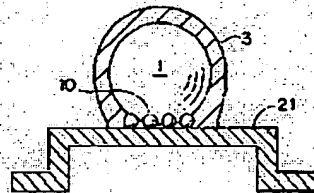
【図6】



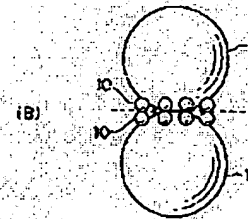
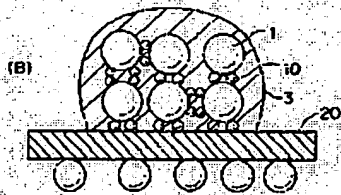
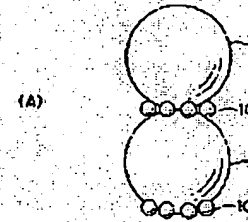
【図4】



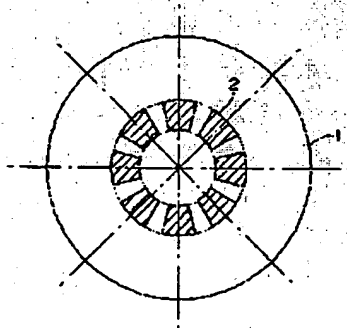
【図5】



【図7】



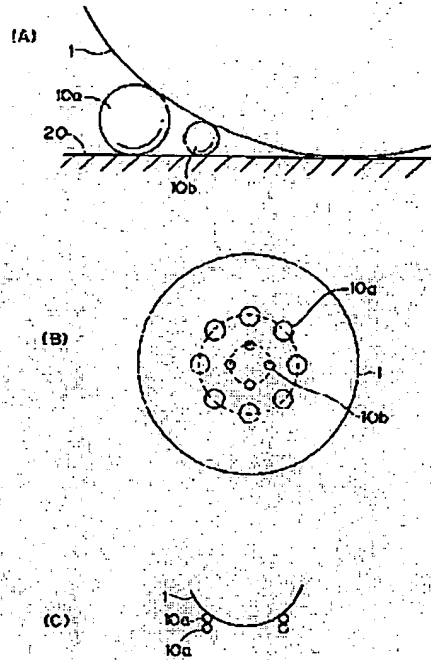
【図9】



(7)

特開2000-31189

【図8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

識別記号

F I

ワード (参考)

H 0 1 L 23/12

L

(72)発明者 下川 健二

川崎市中原区井田3-35-1 新日本製鐵  
株式会社技術開発本部内

(72)発明者 竹田 宣生

千葉県流山市南流山4-1-7 ボールセ  
ミコンダクター株式会社内

(72)発明者 橋野 英児

川崎市中原区井田3-35-1 新日本製鐵  
株式会社技術開発本部内

(72)発明者 深野 敦之

千葉県流山市南流山4-1-7 ボールセ  
ミコンダクター株式会社内